

Deterjen Serbuk - Bagian 1: Cara uji biodegradabilitas surfaktan berdasarkan karbon organik terlarut (*Dissolved Organic Carbon/DOC*)



© BSN 2011

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang menyalin atau menggandakan sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun dan dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis dari BSN

BSN
Gd. Manggala Wanabakti
Blok IV, Lt. 3,4,7,10.
Telp. +6221-5747043
Fax. +6221-5747045
Email: dokinfo@bsn.go.id
www.bsn.go.id

Diterbitkan di Jakarta

Daftar isi

Daftar isi.....	i
Prakata	ii
1 Ruang lingkup.....	1
2 Acuan normatif.....	1
3 Istilah dan definisi	1
4 Cara uji	2
4.1 Prinsip.....	2
4.2 Bahan	3
4.3 Peralatan	4
4.4 Prosedur	4
4.5 Pernyataan hasil	7
5 Jaminan mutu	10
Lampiran A (informatif) Contoh lembar data.....	11
Lampiran B (informatif) Bagan alir persiapan inokulum.....	13
Lampiran C (informatif) Perlakuan uji biodegradasi surfaktan.....	14
Bibliografi	15

Prakata

SNI 7554.1:2011 dengan judul *Deterjen Serbuk - Bagian 1: Cara uji biodegradabilitas surfaktan berdasarkan karbon organik terlarut (Dissolved Organic Carbon/DOC)*.

SNI ini disusun oleh Sub Panitia Teknis 13-03-S1, *Kualitas Air* dari Panitia Teknis 13-03, *Kualitas Lingkungan dan Manajemen Lingkungan*, dan telah disepakati dan disetujui dalam rapat konsensus pada tanggal 30 April 2007 di Serpong. Selain itu SNI ini telah dilakukan Jajak Pendapat pada tanggal 4 Mei 2009 sampai dengan 4 Juli 2009 dengan hasil akhir disetujui menjadi SNI.



Deterjen Serbuk - Bagian 1: Cara uji biodegradabilitas surfaktan berdasarkan karbon organik terlarut (*Dissolved Organic Carbon/DOC*)

1 Ruang lingkup

Standar ini digunakan untuk penentuan sifat dapat segera terbiodegradasi (*ready biodegradability*) dari suatu bahan surfaktan oleh mikroba aerobik dalam medium cair. Konsentrasi surfaktan yang diuji berada dalam kisaran 10 - 40 mg DOC/L, memiliki kelarutan dalam air lebih besar dari 100 mg/L dan bersifat tidak mudah menguap.

2 Acuan normatif

OECD Guideline for testing of chemicals, 301 – 1992: Ready biodegradability.

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21st Edition, 2005: Fixed and Volatile Solids Ignited at 550°C, Method 2540 E..

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21st Edition, 2005: Total Organic Carbon, Method 5310.

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21st Edition, 2005: Pour Plate Method, Method 9215 B.

3 Istilah dan definisi

3.1

surfaktan

bahan kimia bersifat aktif permukaan yang merupakan komponen utama dalam produk deterjen

3.2

karbon organik terlarut (*Dissolved Organic Carbon, DOC*)

karbon organik yang dapat larut dalam air dan dapat melewati filter ukuran 0,45 mikrometer

3.3

lumpur aktif

populasi berbagai jenis mikroba yang bergabung menjadi satu kesatuan dan secara visual menyerupai lumpur

3.4

Mixed Liquor Suspended Solids (MLSS)

campuran lumpur aktif dan medium mineral yang tidak mengalami pengendapan

3.5

kondisi aerobik

kondisi dalam medium cair yang mengandung cukup oksigen untuk kehidupan mikroba aerobik

3.6

inokulum mikroba

biakan bibit mikroba yang dipelihara dalam medium mineral yang dipersiapkan untuk uji biodegradasi

3.7

inokulasi

pemberian inokulum mikroba ke dalam larutan uji

3.8

biodegradasi

penguraian bahan uji surfaktan oleh mikroba, yang dinyatakan berdasarkan pengurangan Karbon Organik Terlarut (*Dissolved Organic Carbon*, DOC)

3.9

biodegradabilitas

indikator tingkat kemudahan suatu bahan organik dapat terdegradasi oleh mikroba dalam lingkungan alami

3.10

readily biodegradable

proses penguraian suatu bahan organik yang mudah terdegradasi secara cepat oleh mikroba dalam lingkungan alami

3.11

fase lambat (*lag phase*)

periode waktu biodegradasi bahan organik dari awal inokulasi hingga tercapainya pengurangan DOC maksimal 10%

3.12

fase degradasi

periode waktu biodegradasi bahan organik dari akhir fasa lambat hingga tercapainya pengurangan DOC maksimal 90%

3.13

kisaran 10-d (*10-day window*)

periode waktu biodegradasi bahan organik selama 10 hari, terhitung dari akhir fase lambat

4 Cara uji

4.1 Prinsip

Sejumlah inokulum mikroba diinokulasikan ke dalam medium mineral yang telah ditambah bahan uji surfaktan 10 - 40 mg DOC/L, kemudian diaerasi dan diinkubasi dalam ruang gelap pada suhu $(22 \pm 2)^{\circ}\text{C}$. Analisis DOC dilakukan setiap interval waktu tertentu selama 28 hari. Biodegradabilitas dihitung atas dasar persentase rata-rata dari pengurangan konsentrasi DOC selama fase degradasi (dikoreksi dengan kontrol inokulum blanko). Bahan pembanding dalam uji biodegradabilitas ini, dapat digunakan salah satu dari tiga bahan kimia berikut: natrium benzoat, anilin atau natrium asetat.

4.2 Bahan

- a) air bebas mineral;

air yang diperoleh dengan cara penyulingan ataupun proses demineralisasi sehingga diperoleh air dengan konduktivitas lebih kecil dari 2 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

- b) larutan induk bahan uji surfaktan;

- c) larutan induk bahan pembanding;

bahan pembanding yang digunakan: natrium benzoat, anilin atau natrium asetat yang memiliki kualitas *pa*;

- d) inokulum mikroba;

inokulum mikroba dapat diperoleh dari lumpur aktif yang berasal dari tanah, sungai, limbah, efluen sekunder (hasil olahan limbah domestik dari proses biologi) atau dari kultur laboratorium.

- e) 4 jenis larutan induk medium mineral;

bahan-bahan kimia yang digunakan untuk pembuatan masing-masing larutan induk harus memiliki kualitas *pa*.

Cara pembuatan dari masing-masing larutan induk medium mineral adalah sebagai berikut:

- 1) Larutan induk A

Larutkan 8,50 g Monokalium dihidrogen ortofosfat, KH_2PO_4 , 21,75 g Dikalium monohidrogen ortofosfat, K_2HPO_4 , 33,40 g Dinatrium monohidrogen ortofosfat dihidrat, $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dan 0,50 g Amonium klorida, NH_4Cl dalam air bebas mineral dan encerkan hingga volume 1000,0 mL. pH larutan akan menjadi 7,4. Bila tidak, maka diatur pada $7,4 \pm 0,2$ dengan penambahan HCl 0,1 N atau NaOH 0,1 N.

- 2) Larutan induk B

Larutkan 27,50 g Kalsium klorida, CaCl_2 atau 36,40 g Kalsium klorida dihidrat, $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dalam air bebas mineral dan encerkan hingga volume 1000,0 mL.

- 3) Larutan induk C

Larutkan 22,50 g Magnesium sulfat heptahidrat, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dalam air bebas mineral dan encerkan hingga volume 1000,0 mL.

- 4) Larutan induk D

Larutkan 0,25 g Besi (III) klorida heksahidrat, $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dalam air bebas mineral dan encerkan hingga volume 1000,0 mL.

CATATAN 1 Untuk menghindari terjadinya kontaminasi terhadap larutan-larutan induk tersebut, tambahkan 1 tetes larutan HCl encer atau 0,4 g EDTA per liter larutan.

CATATAN 2 Jika terdapat endapan dalam larutan induk, gantilah dengan larutan induk yang baru.

4.3 Peralatan

- a) labu *Erlenmeyer* berukuran 300 mL dan 2000 mL yang sudah disterilisasi;
- b) pipet volumetrik 1,0 mL dan 10,0 mL;
- c) botol sampel, volume 50 mL;
- d) alat pengaduk magnetik (*magnetic stirrer*);
- e) timbangan analitik dengan ketelitian 0,1 mg;
- f) alat pengocok (*shaker*), kecepatan 225 - 250 rpm;
- g) alat penyaring, lengkap dengan membran filter berukuran 0,45 μm dan 0,2 μm ;
- h) saringan kasar;
- i) alat sentrifugasi;
- j) alat ukur oksigen terlarut (DO meter);
- k) pH meter;
- l) alat *blender*, dan
- m) *TOC Analyzer*.

4.4 Prosedur

4.4.1 Persiapan

4.4.1.1 Persiapan larutan induk bahan uji surfaktan

- a) Masukkan surfaktan yang setara dengan 10 g - 40 g karbon organik terlarut ke dalam *Erlenmeyer* ukuran 2000 mL;
- b) Tambahkan 1000 mL air bebas mineral, kemudian aduk hingga homogen.

CATATAN Jumlah karbon organik terlarut dalam contoh uji dapat diketahui dari formula atau dari hasil pengujian

4.4.1.2 Persiapan larutan induk bahan pembanding

- a) Masukkan bahan pembanding yang setara dengan 10 g - 40 g karbon organik terlarut ke dalam *Erlenmeyer* ukuran 2000 mL;
- b) Tambahkan 1000 mL air bebas mineral, kemudian aduk hingga homogen.

4.4.1.3 Persiapan medium mineral

- a) Masukkan 10 mL larutan induk A ke dalam *Erlenmeyer* ukuran 2000 mL;
- b) Tambahkan 800 mL air bebas mineral, kemudian aduk hingga homogen;
- c) Tambahkan larutan induk B; induk C dan induk D masing - masing 1 mL, kemudian tambahkan kembali air bebas mineral sampai volumenya menjadi 1000 mL.

4.4.1.4 Persiapan inokulum

Tahapan dalam persiapan inokulum mikroba adalah sebagai berikut (Lampiran B):

- Pisahkan partikel-partikel kasar dari contoh uji lumpur aktif dengan cara penyaringan;
- Suspensi lumpur aktif yang telah dipisahkan dari partikel kasar, diterapkan selama 30 menit atau disentrifugasi pada putaran 100 x g selama 10 menit;
- Endapan dipisahkan, kemudian endapan ditambahkan ke dalam medium mineral sampai kandungan padatan tersuspensi 3 g - 5 g MLSS/L atau jumlah mikroba 10^7 - 10^8 sel/L;
- Homogenkan padatan tersuspensi dengan alat *blender* pada kecepatan sedang selama 2 menit, kemudian diterapkan selama ± 30 menit;
- Supernatan dipisahkan dan digunakan sebagai inokulum mikroba;
- Sebelum digunakan, supernatan tersebut diaerasi selama 5 - 7 hari pada suhu yang sama dengan suhu pengujian..

CATATAN 1 Analisis MLSS dilakukan menurut *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21st Edition, 2005: Fixed and Volatile Solids Ignited at 550°C (2540 E)*.

CATATAN 2 Metoda perhitungan mikroba dilakukan menurut *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21st Edition, 2005: Pour Plate method (9215B)*.

CATATAN 3 Sumber inokulum mikroba disarankan berasal dari lumpur aktif limbah domestik.

4.4.1.5 Persiapan medium uji

Siapkan lima atau tujuh buah labu *Erlenmeyer* 300 mL, kemudian beri kode yang berbeda sesuai peruntukannya dalam pengujian. Pemberian kode pada masing-masing labu dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Pengkodean labu sesuai peruntukannya dalam pengujian

No Labu	Kode	Medium mineral ditambah
1	(A)	bahan uji surfaktan dan inokulum
2	(B)	(sebagai perlakuan uji biodegradasi)
3	(C)	inokulum (sebagai blanko inokulum)
4	(D)	
5	(E)	bahan pembanding dan inokulum (sebagai kontrol prosedur)
Bila diperlukan		
6	(F)	bahan uji surfaktan, bahan pembanding dan inokulum (sebagai kontrol toksisitas bahan uji)
7	(G)	bahan uji surfaktan beserta mediumnya yang telah disterilkan (sebagai kontrol biodegradasi abiotik)

Persiapan medium uji untuk masing-masing labu adalah sebagai berikut: (Lampiran C)

- a) Masukkan 100 mL larutan medium mineral (4.4.1.3) pada masing - masing labu;
- b) Masukkan 1 mL larutan induk bahan uji surfaktan (4.4.1.1) pada labu (A) dan (B), dan 1 mL larutan induk bahan pembanding (4.4.1.2) pada labu (E), sedangkan labu (C) dan (D) tidak ditambah contoh uji surfaktan maupun larutan pembanding;
- c) Periksa pH larutan, dan atur pada nilai $7,4 \pm 0,2$;
- d) Bila diperlukan uji kontrol toksisitas bahan uji dan uji degradasi abiotik, lakukan kembali pekerjaan pada butir a) sampai c) terhadap labu (F) dan labu (G). Namun perlakuan pada butir b) berbeda, yaitu:
 - 1) terhadap labu F: ditambah 1 mL larutan induk bahan uji surfaktan dan 1 mL larutan induk bahan pembanding.
 - 2) terhadap labu (G): ditambah 1 mL larutan induk bahan uji surfaktan, kemudian disterilkan. Sterilisasi dilakukan dengan cara penyaringan melalui membran ukuran $0,2 \mu\text{m}$.

4.4.2 Pengerjaan pengujian

4.4.2.1 Inokulasi, aerasi dan inkubasi

- a) Pipet inokulum mikroba (4.4.1.4), masukkan ke dalam labu (A); (B); (C); (D) dan (E) masing-masing 10 mL;

CATATAN Bila dilakukan uji kontrol toksisitas bahan uji, lakukan juga penambahan inokulum mikroba terhadap labu (F).

- b) Tambah medium mineral sampai volume larutan 200 mL pada masing-masing labu;

CATATAN Bila dilakukan uji degradasi abiotik, lakukan juga penambahan medium mineral pada labu (G).

- c) Lakukan pengadukan terhadap masing-masing labu, hingga homogen;
- d) Ambil ± 5 mL contoh uji segera dari masing-masing labu untuk analisis DOC awal sebelum terjadi biodegradasi, kemudian tutup dengan kapas dan aluminium foil;
- d) Lakukan aerasi terhadap masing-masing larutan dalam labu dengan alat pengocok (*shaker*);
- e) Inkubasi semua labu dalam ruangan pada suhu $(22 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ selama 28 hari.

CATATAN Padatan tersuspensi dalam larutan, setelah penambahan inokulum mikroba tidak lebih dari 30 mg/L.

4.4.2.2 Frekwensi pengambilan contoh uji

- a) Pengambilan contoh uji pada semua labu dilakukan pada awal (hari ke-0) hingga hari ke 28, kecuali labu (E) (uji bahan pembanding) dan labu (F) (uji kontrol toksisitas) dilakukan hingga hari ke 14;
- b) Frekwensi pengambilan contoh uji secara tepat tidak dapat ditentukan secara pasti, namun untuk memperoleh grafik biodegradasi yang baik dengan jumlah analisis DOC yang relatif sedikit, dapat dilakukan beberapa hal yang berhubungan dengan frekwensi pengambilan contoh uji, yaitu:
 - 1) Jika segera dilakukan analisis DOC terhadap contoh uji, maka pengambilan contoh uji pada frekwensi ke 2 dan selanjutnya dapat diperkirakan berdasarkan hasil analisis DOC yang pertama.
 - 2) Jika dilakukan penyimpanan terhadap contoh uji yang telah diawetkan pada suhu -18°C , maka:
 - (a) Lakukan pengambilan contoh uji, 1 - 2 hari sekali. Awali analisis DOC terhadap contoh uji yang terakhir (contoh hari ke 28), kemudian diikuti dengan contoh uji lain dengan urutan waktu pengambilan secara mundur.
 - (b) Jika hasil analisis DOC pada hari ke 28 tidak menunjukkan adanya degradasi, maka contoh uji lainnya tidak perlu dianalisis.

4.4.2.3 Pengambilan contoh uji untuk analisis DOC

- a) Matikan alat pengocok saat akan dilakukan pengambilan contoh uji dan hidupkan kembali setelah dilakukan pengambilan contoh uji;
- b) Bersihkan bahan-bahan yang menempel pada masing-masing dinding labu *Erlenmeyer* dengan alat pengaduk;
- c) Pipet ± 5 mL larutan dari masing-masing labu, kemudian tuangkan masing-masing contoh uji ke dalam botol uji yang berbeda;
- d) Lakukan penyaringan terhadap contoh uji melalui membran filter $0,45\ \mu\text{m}$;
- e) Lakukan segera analisis DOC terhadap supernatan contoh uji hasil penyaringan. Bila contoh uji tidak segera dianalisis, simpan pada suhu 4°C maksimum 48 jam atau pada suhu dibawah -18°C untuk waktu yang lebih lama;
- f) Analisis DOC dilakukan menurut *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21st Edition, 2005: Total Organic Carbon, Method 5310*.

4.5 Pernyataan hasil

4.5.1 Perhitungan hasil biodegradasi

- a) Seluruh data hasil uji, dicatat dalam lembar data (Lampiran A);
- b) Hitung persentase degradasi bahan uji surfaktan (D_t) pada labu (A) dan labu (B) pada masing-masing waktu pengambilan contoh uji. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$D_t = \left[1 - \frac{C_t - C_{bl(t)}}{C_0 - C_{bl(0)}} \right] \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

- D_t adalah % degradasi pada waktu t ;
 C_o adalah nilai rata-rata konsentrasi DOC dalam labu (A) dan labu (B), pada awal sebelum terjadi biodegradasi atau hari ke-0, (mg DOC/L);
 C_t adalah nilai rata-rata konsentrasi DOC dalam labu (A) dan labu (B) pada waktu t , (mg DOC/L);
 $C_{bl(o)}$ adalah nilai rata-rata konsentrasi DOC dalam labu (C) dan labu (D) pada awal sebelum diaerasi atau hari ke-0, (mg DOC/L);
 $C_{bl(t)}$ adalah rata-rata dari konsentrasi DOC dalam labu (C) dan labu (D) pada waktu t , (mg DOC/L).

- c) Tampilkan persentase degradasi per satuan waktu dalam bentuk grafik. Hitung dan laporkan persentase pengurangan konsentrasi DOC pada akhir kisaran 10-d dan pada akhir pengujian (28 hari);
- d) Hitung persentase biodegradasi bahan pembanding dengan rumus berikut :

$$\% \text{ degradasi bahan pembanding} = \frac{R_{(0)} - R_{(t)}}{R_{(0)}} \times 100 \quad (2)$$

Keterangan:

- $R_{(0)}$ adalah konsentrasi DOC dalam labu (E) pada hari ke-0, (mg DOC/L);
 $R_{(t)}$ adalah konsentrasi DOC dalam labu (E) pada hari ke- t , (mg DOC/L).

CATATAN Hari ke t dalam perhitungan persentase biodegradasi bahan pembanding, maksimal hari ke 14.

- e) Jika dilakukan uji kontrol toksisitas bahan uji, hitung persentase biodegradasi dengan rumus berikut:

$$\% \text{ bio degradasi} = \frac{T_{(0)} - T_{(t)}}{T_{(0)}} \times 100 \quad (3)$$

Keterangan:

- $T_{(0)}$ adalah konsentrasi DOC dalam labu (F) pada hari ke-0, (mg DOC/L);
 $T_{(t)}$ adalah konsentrasi DOC dalam labu (F) pada hari ke- t , (mg DOC/L).

CATATAN Hari ke t , maksimal hari ke 14.

- f) Jika dilakukan uji kontrol degradasi abiotik, hitung persentase degradasi abiotik dengan rumus berikut:

$$\% \text{ degradasi abiotik} = \frac{C_{s(0)} - C_{s(t)}}{C_{s(0)}} \times 100 \quad (4)$$

Keterangan:

- $C_{s(0)}$ adalah konsentrasi DOC dalam labu (G) pada hari ke-0, (mg DOC/L);
 $C_{s(t)}$ adalah konsentrasi DOC dalam labu (G) pada hari ke- t , (mg DOC/L).

4.5.2 Laporan hasil uji

Laporan hasil uji meliputi beberapa informasi berikut:

- a) Bahan uji
 - Bentuk fisik
- b) Kondisi pengujian
 - 1) Sumber pengambilan inokulum mikroba; perlakuan pengkondisian awal yang dilakukan serta konsentrasi MLSS
 - 2) Lama pengujian
 - 3) Suhu pengujian
- c) Hasil uji meliputi
 - 1) Seluruh data hasil uji ditampilkan dalam bentuk tabel-tabel (Lampiran A)
 - 2) Hubungan antara persentase degradasi terhadap waktu untuk bahan uji surfaktan dan bahan pembanding ditampilkan dalam bentuk grafik. Beri tanda batas antara fase lambat (*lag phase*), fase degradasi dan degradasi pada kisaran 10-d
 - 3) Persentase pengurangan konsentrasi DOC pada masa stabil, dan pada akhir pengujian (28 hari), dan/atau pada akhir kisaran 10-d
 - 4) Jelaskan degradasi abiotik, bila dilakukan

4.5.3 Validitas pengujian

- a) Pengujian ini dinyatakan valid, bila:
 - 1) perbedaan persentase pengurangan DOC dengan replikasinya (labu (A) dan labu (B)) pada fase degradasi, pada akhir pengujian (28-hari), atau pada akhir kisaran 10-d, lebih kecil dari 20%.
 - 2) persentase pengurangan DOC pada larutan yang mengandung bahan pembanding (labu (E)) telah mencapai minimal 70% selambat-lambatnya pada hari ke-14.

Jika salah satu dari kondisi tersebut tidak dipenuhi, maka pengujian harus diulang.
- b) Jika hasil uji kontrol toksisitas bahan uji memberikan nilai persentase biodegradasi DOC kurang dari 35% dalam waktu 14 hari, maka bahan uji dapat diasumsikan bersifat menghambat inokulum. Rangkaian pengujian harus diulang, dengan menggunakan konsentrasi bahan uji yang lebih rendah dan/atau konsentrasi inokulum yang lebih tinggi, namun tidak lebih besar dari 30 mg/L padatan (MLSS).

CATATAN 1 Nilai persentase pengurangan DOC rendah, tidak dapat diartikan bahwa bahan uji tidak dapat terbiodegradasi dalam kondisi lingkungan, namun mengindikasikan bahwa perlu perlakuan tambahan untuk mencapai biodegradabilitas.

CATATAN 2 Bagi bahan uji yang mencapai persentase pengurangan DOC sebesar 70% dalam waktu lebih lama dari 28 hari, merupakan bahan yang tidak mudah terbiodegradasi.

5 Jaminan mutu

- a) Gunakan bahan kimia berkualitas p.a;
- b) Gunakan alat gelas bebas kontaminan;
- c) Gunakan alat ukur yang terkalibrasi atau terverifikasi;
- d) Gunakan air bebas mineral untuk pembuatan semua pereaksi dan larutan kerja;
- e) Dikerjakan oleh analis yang kompeten.



Lampiran A
(informatif)
Contoh lembar data

Lembar data

1. Nama laboratorium :
2. Tanggal dimulainya pengujian :
3. Bahan yang diuji :

Nama :

Konsentrasi larutan induk : mg/L sebagai

Konsentrasi awal dalam medium, t_0 : mg/L sebagai

4. Inokulum :

Sumber :

Perlakuan yang diberikan :

Pengkondisian awal, jika ada :

Konsentrasi padatan tersuspensi dalam campuran reaksi : mg/L

5. Penentuan karbon organik terlarut (DOC)

Tipe instrumen/metode yang digunakan :

Akan disesuaikan dengan perlakuan

Perlakuan	No. Labu		DOC setelah n hari (mg/L)				
			0	n_1	n_2	n_3	n_x
Bahan uji ditambah inokulum	1	a_1					
		a_2					
		rata-rata, $C_{a(t)}$					
	2	b_1					
		b_2					
		rata-rata, $C_{b(t)}$					
Blanko, inokulum tanpa bahan uji	3	c_1					
		c_2					
		rata-rata, $C_{c(t)}$					
	4	d_1					
		d_2					
		rata-rata, $C_{d(t)}$					
	rata-rata, $C_{b(t)} = \frac{C_{c(t)} + C_{d(t)}}{2}$						

6. Evaluasi terhadap data mentah (*raw data*) :

No. Labu	Perhitungan terhadap hasil	% Degradasi DOC setelah n hari				
		0	n ₁	n ₂	n ₃	n _x
1	$D_1 = \left[1 - \frac{C_{a(t)} - C_{bl(t)}}{C_{a(o)} - C_{bl(o)}} \right] \times 100$	0				
2	$D_2 = \left[1 - \frac{C_{b(t)} - C_{bl(t)}}{C_{b(o)} - C_{bl(o)}} \right] \times 100$	0				
Rata-rata*	$D_t = \frac{D_1 + D_2}{2}$	0				

3) D₁ dan D₂ sebaiknya tidak dirata-ratakan jika perbedaan nilai sangat besar

7. Degradasi bahan pembanding

Item	Waktu (hari)	
	0	14
Konsentrasi DOC (mg/L)	T _(o)	T _(t)
Persentase biodegradasi (%)		

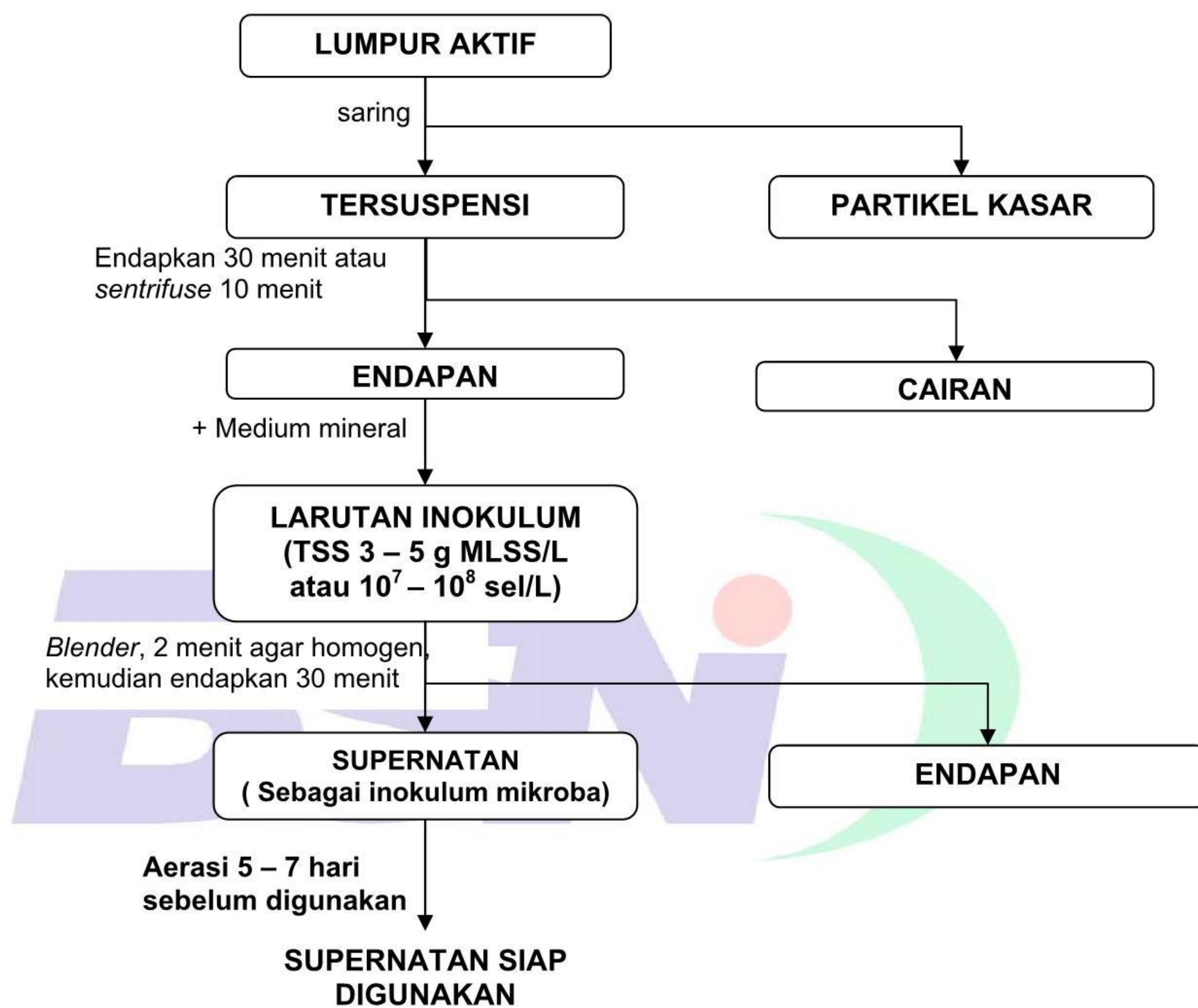
8. Degradasi abiotik : (jika dilakukan)

Item	Waktu (hari)	
	0	t
Konsentrasi DOC (mg/L) dalam kontrol steril	C _{s(o)}	C _{s(t)}
Persentase biodegradasi (%)		

9. Degradasi kontrol toksisitas bahan uji (jika dilakukan)

Item	Waktu (hari)	
	0	14
Konsentrasi DOC (mg/L)	T _(o)	T _(t)
Persentase biodegradasi (%)		

Lampiran B
(informatif)
Bagan alir persiapan inokulum



Lampiran C
(informatif)
Perlakuan uji biodegradasi surfaktan

Tabel C.1 Perlakuan uji biodegradasi surfaktan,
(*Ready biodegradability test*, OECD, 1992)

Bahan	Labu <i>Erlenmeyer</i> 300 mL				
	A & B	C & D	E	F	H
Surfaktan, mg/L	10 - 40	-	-	10 - 40	-
Medium mineral, ml	200	200	200	200	-
Bahan pembanding, mg/L	-	-	10 - 40	10 - 40	-
Inokulum,mg/L SS	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	-
Surfaktan & medium steril	-	-	-	-	10 – 40 200

Bibliografi

Pedoman KAN 800-2004, *Pedoman umum akreditasi dan sertifikasi ecolabel*.

SNI 19-7188.2.1-2007, *Kriteria ecolabel – Bagian 2: Kategori produk deterjen – Seksi 1: Serbuk deterjen pencuci sintetis rumah tangga*.













BADAN STANDARDISASI NASIONAL - BSN
Gedung Manggala Wanabakti Blok IV Lt. 3,4,7,10
Jl. Jend. Gatot Subroto, Senayan Jakarta 10270
Telp: 021- 574 7043; Faks: 021- 5747045; e-mail : bsn@bsn.go.id